

XII-051 – ANÁLISE DA GERAÇÃO DE BIOGÁS ATRAVÉS DE PROCESSO BIOLÓGICO ANAERÓBICO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

Bárbara de Brito Mallmann⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Jéssica Tainá Vasques da Silva⁽²⁾

Acadêmica de Engenharia Ambiental pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Diosnel Antonio Rodriguez Lopez⁽³⁾

Engenheiro de Minas pela UFOP. Mestre em Metalurgia Extrativa pela UFRGS. Doutor em Engenharia pela TU-Berling. Professor do Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental (PPGTA) – Mestrado, (UNISC).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Bento Gonçalves, 1515/1104 – Torre D. Bairro Santo Antônio – Porto Alegre - RS - CEP: 90660-900 - Brasil - Tel: (51) 81299039 - e-mail: barbarabmallmann@gmail.com

RESUMO

O crescimento da produção de biodiesel faz com que se destaque a glicerina, resíduo do processo de transesterificação de óleos vegetais. Por isso, cada vez mais surgem estudos que visam o uso de processos anaeróbios para a transformação do glicerol, material rico em carbono.

Este trabalho avalia a eficiência de um reator de manta de lodo (UASB) através do uso de glicerina bruta proveniente da produção do biodiesel, bem como, avalia a geração de biogás resultante do sistema. O processo anaeróbio foi conduzido sob três diferentes concentrações de glicerina, 50 mg L⁻¹, 25 mg L⁻¹ e 5 mg L⁻¹.

O glicerol foi diluído em 100 L de água, recebeu 17,6 ml de fertilizante para adição de nutrientes ao efluente, e foi executado o ajuste de pH com H₂SO₄ com 95% de concentração. Após a preparação, o efluente foi tratado no reator UASB, sendo o tempo de detenção hidráulica de 17,6 horas, e o biogás gerado foi direcionado para o gasômetro de cúpula flutuante para medição do volume, foram feitas dez medições de geração de gás para cada concentração analisada, e análise de DBO₅, DQO, NTK e fósforo total dos efluentes de entrada e saída do reator.

Observou-se que para concentração de 50 mg L⁻¹ de glicerol há formação de espuma no interior do reator, prejudicando a qualidade do efluente final, entretanto a aplicação de cargas menores não favorece este fenômeno resultando em um efluente de melhor qualidade. A concentração de 25 mg L⁻¹ de glicerol apresentou os melhores resultados analíticos, assim como a melhor taxa de geração de biogás equivalente a 0,41 cm³ gás/g de DBO₅.

PALAVRAS-CHAVE: Glicerol, Processo Anaeróbio, Reator UASB, Biogás.

INTRODUÇÃO

O efeito estufa está fazendo com que haja um aumento na temperatura média do mundo está alterando o perfil pluviométrico e causando o aumento do nível dos oceanos, além das catástrofes naturais que estão se tornando recorrentes e ocorrem em função desses fenômenos. Com o aumento da concentração do dióxido de carbono e metano na atmosfera, é importante a utilização de fontes renováveis para que haja uma diminuição na emissão desses gases (KAERCHER, 2009).

Nos últimos anos o biodiesel vem se destacando como uma alternativa viável para a substituição dos combustíveis fósseis por ser de origem vegetal e por ter menos impactos ambientais. Por isso a cada ano que passa, diversos meios de transporte vem sendo adaptados para receberem esse combustível, bem como, maquinário industrial. Esse processo levará alguns anos, mas os crescentes investimentos na área demonstram que o uso do biodiesel será utilizado em diversas cadeias produtivas (CARVALHO, 2011).

Por ser de origem vegetal, o dióxido de carbono emitido em razão da combustão é reabsorvido pelas plantas que serão utilizadas na sua produção, isso quer dizer que as emissões provenientes dos biocombustíveis são reintegradas ao ciclo do carbono na atmosfera durante a fase do plantio da matriz produtiva, e por isso causam

bem menos impacto ambiental no planeta e são considerados renováveis. Outro ponto a favor dos biocombustíveis é a ausência de enxofre na sua composição, evitando assim a emissão de óxidos de enxofre, que são os responsáveis pela chuva ácida e queda da qualidade do ar (CARVALHO, 2011).

Cerca de 10% da produção de biodiesel resulta em glicerina bruta, coproduto gerado durante o processo de transesterificação. Com o aumento da produção do biodiesel haverá conseqüentemente um aumento na oferta de glicerina, este coproduto pode ser utilizado em mais de 1500 produtos, porém para tal ele precisa passar por um processo de purificação, processo este que é expressivamente caro em função da demanda de energia necessária. Processos que possuem um custo menor para a destinação justificam a busca por novas alternativas para a utilização da glicerina, tais soluções agregam valor a este produto (BACKES, 2011).

Segundo Carvalho (2011) e Larsen (2009) uma alternativa é a utilização da digestão anaeróbia, que é a transformação de matéria orgânica em biogás através da ação de micro-organismos anaeróbios. A glicerina bruta fornece um bom substrato para as bactérias em função da sua alta energia e fácil degradabilidade, e este fato resulta em uma boa geração de biogás.

Em função do que foi exposto acima, justifica-se a realização desta pesquisa que busca estudar mais uma destinação para o glicerol, utilizando-se uma metodologia de aplicação do efluente em um reator UASB para análise do tratamento, bem como, avaliar a geração de biogás para diferentes concentrações de glicerol afluente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho de pesquisa foi construído um reator UASB em escala de laboratório, dotado de um sistema de alimentação temporizado e um gasômetro de cúpula flutuante para determinação da quantidade de gás produzido.

O reator UASB foi construído usando-se um tubo de PVC de 300 mm de diâmetro, com registros na entrada de efluente, duas saídas de lodo, saída do gás e efluente tratado. Na parte interna, a tubulação de entrada do efluente foi disposta no meio da parte central inferior do reator, a 10 cm da base do reator, como mostra a fotografia 01.



Fotografia 01: Demonstração da parte interna do reator UASB.

Para uma separação do gás mais eficiente foi instalado um defletor de acrílico dentro do reator para direcionar o gás para a saída. Na fotografia 02 é possível observar o defletor instalado na parte superior do reator, o qual direciona o gás à saída. Esta saída estava conectada ao gasômetro.



Fotografia 02: Dispositivo para o direcionamento do gás para a saída.

O gasômetro foi construído utilizando dois tubos de PVC de 100 e 200 mm respectivamente. O tubo de 100 mm foi colocado de forma concêntrica ao de 200 mm. O tubo de 200 mm foi preenchido com uma solução de Na(OH) (1 g/l) até a altura de 52 cm. Utilizou-se esta solução para que houvesse uma reação com o H₂S e CO₂ do gás restando somente o gás metano. O gás foi transportado da parte superior do reator UASB através de mangueira de silicone até a entrada do gasômetro. A mangueira estava unida a um tubo de PVC de 25,4 mm de diâmetro, que permita que esse gás fosse borbulhado na solução de Na(OH). Após a lavagem do gás, o mesmo sobe, acumula-se dentro do tubo de 100 mm e se eleva. Para determinar a quantidade de gás produzido fazia-se a medida da altura da elevação do tubo concêntrico. Para que fosse encontrado o equilíbrio no sistema do gasômetro, um contrapeso de 0,508 Kg foi conectado ao tubo de 100 mm por meio de uma roldana, de forma a que o gás não tivesse resistência do sistema e descolasse com facilidade o tubo interno. A fotografia 03 mostra o gasômetro e o reator UASB instalados.



Fotografia 03: Gasômetro de cúpula flutuante acoplado ao reator UASB.

Para fins de dimensionamento do reator UASB foi definido o volume utilizando a equação (01), sendo “V” o volume a ser calculado, “D” o diâmetro e “h” a altura do reator.

$$V = (\pi \times D^2 / 4) \times h$$

$$V = (\pi \times (0,3)^2 / 4) \times 1,1 = 77,75 \text{ L}$$

equação (01)

Na equação (01) fica evidenciado que o diâmetro do reator corresponde a 0,3 m e que a altura é 1,1 m. Com a execução do cálculo obtemos como resultado um volume de 77,75 L.

Após calculou-se na equação (02) o volume útil do reator com o valor medido do fundo do reator até a saída do efluente.

$$V = (\pi \times (0,15)^2 / 4) \times 0,81 = 57,4 \text{ L}$$

equação (02)

A equação (02) obteve como resultado do volume útil 57,4 L.

A alimentação do reator foi temporizada, sendo que cada marca no temporizador equivale há 17 minutos e foram feitas 14 alimentações no reator em um período de 24 horas, sendo uma a cada 2 horas e um reforço a

cada 12 horas. Na equação (03) é determinado, então, o volume de alimentação durante o período de 17 minutos.

$$\begin{aligned} 0,33L \times 17 \text{ min} &= 5,61 \text{ L} \\ 5,61 \times 14 \text{ min} &= 78,54 \text{ L} \end{aligned}$$

equação (03)

Com base nos valores de alimentação, foi calculada na equação (04) a vazão tratada durante o período de 24 horas. Sendo “Q” a vazão a ser requerida, “V” o volume do reator e “tdh” o tempo de detenção hidráulica.

$$\begin{aligned} Q &= V / \text{tdh} \\ Q &= 70,54 / 24 = 3,2725 \text{ L/h} \end{aligned}$$

equação (04)

Com o volume calculado na equação (02) e com a vazão tratada por hora calculada na equação (04), foi resolvido na equação (05) o tempo de detenção hidráulica.

$$\begin{aligned} \text{tdh} &= V / Q \\ \text{tdh} &= 57,4 / 3,2725 = 17,54 \text{ h} \end{aligned}$$

equação (05)

E, por fim, foi descoberta, a partir da equação (06) a velocidade ascensional no interior do reator durante o período de alimentação. Sendo que “v” é a velocidade ascensional a ser calculada, “Q” é a vazão e “A” é a área do cilindro.

$$\begin{aligned} v &= Q / A \\ v &= (0,00561 \times 60 \text{ min}) / (\pi \times (0,15)^2) = 4,76 \text{ m/h} \end{aligned}$$

equação (06)

Com relação à geração de gás, foi feito o cálculo do volume de gás gerado, utilizando a equação (07)

$$V = ((\pi \times D^2) / 4) \times h \text{ deslocada}$$

equação (08)

Posteriormente, foi descoberto o volume mássico de DBO₅ no afluente do reator. A equação (09) foi aplicada às três concentrações utilizadas nos ensaios e caracterizadas nas equações (10), (11) e (12).

$$M = \text{massa de DBO}_5 \text{ g L}^{-1} / Q \text{ diária}$$

equação (09)

$$M \text{ 50 mg L}^{-1} = 103,5943 \text{ g.DBO}_5/\text{d}$$

equação (10)

$$M \text{ 25 mg L}^{-1} = 60,78996 \text{ g.DBO}_5/\text{d}$$

equação (11)

$$M \text{ 5 mg L}^{-1} = 132,0257 \text{ g.DBO}_5/\text{d}$$

equação (12)

E por último, foi determinada a taxa de geração de biogás para cada uma das uma das medições realizadas. Os valores calculados podem ser vistos nas tabelas 02,04 e 06 no decorrer do trabalho, tais valores foram obtidos através da equação (13) a seguir:

$$\text{Taxa de geração de biogás} = V \text{ gás} / M \text{ DBO}_5$$

equação (13)

Foi-se realizados os ensaios utilizando uma solução de glicerina. Para a preparação do efluente, utilizou-se água residual, fertilizante e, em alguns casos H₂SO₄ para controle do pH. A preparação foi feita da seguinte maneira: aquecimento de 10 L de água para dissolver e diluir o glicerol. Para a preparação das soluções de glicerol foram utilizadas respectivamente 5,0 Kg; 2,5 Kg; e 0,5 Kg de glicerol a cada 100 L de água, para que fosse atingida a concentração necessária; Após a diluição do glicerol, foi feita a adição de 17,4 ml de fertilizante para que ocorresse a disponibilidade de nitrogênio e fósforo; O pH da solução foi ajustado para a faixa de 9,0 a 10,0, tendo em vista que o pH do glicerol puro encontrava-se acima de 13,0. Este ajuste foi realizado com H₂SO₄ a 95% de concentração; o efluente preparado foi colocado na frente do UASB para efetivar a alimentação do mesmo.

Durante o período que o sistema esteve em funcionamento, foram feitas medidas da geração de gás utilizando-se uma régua simples e fazendo a medição do deslocamento do tubo menor do sistema.

Para analisar a eficiência do tratamento do reator UASB, foram feitas análises de amostras do efluente retiradas na saída do reator e encaminhadas a central analítica. Os parâmetros analisados foram DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), NTK (Nitrogênio Total Kjeldahl) e Fósforo. No total foram realizadas três amostras nos dias 25 de abril de 2012; e 22 e 29 de maio de 2012, sendo que em cada um dos dias foram feitas coletas do efluente na entrada e na saída do reator para analisar a eficiência do tratamento aplicado. Cada uma das amostragens correspondente às campanhas realizadas utilizaram soluções de glicerina nas concentrações diferentes detalhadas anteriormente.

A realização da partida do sistema o lodo do reator UASB foi utilizado como dopante. Para isso, 20 L de lodo desse reator foram colocados no reator piloto. Após o mesmo recebeu como alimentação esgoto durante 48 horas. Em seguida foi injetado uma solução de glicerol (C=0,1 mg L⁻¹) durante 6 dias de forma a aclimatar as bactérias do reator com esta solução.

Contudo foram adicionadas três diferentes concentrações de glicerol que serão relatadas a seguir:

A primeira concentração de 50 mg L⁻¹ de glicerol ocorreu durante 20 dias, este tempo esta definido em função do período de adaptação do sistema, o efluente tratado no reator foi feita com essa concentração de glicerol e foram analisadas 10 medições de geração de biogás. Também foram adicionados H₂SO₄ para o controle do pH.

A segunda concentração de 25 mg L⁻¹ de glicerol ocorreu durante 14 dias com 10 medições de biogás.

A terceira concentração de 5 mg L⁻¹ de glicerol ocorreu em um período de 14 dias. Foram feitas 10 medições de biogás.

RESULTADOS DA PRIMEIRA CONCENTRAÇÃO DE 50 mg L⁻¹ DE GLICEROL

A primeira concentração testada e avaliada no reator UASB foi de 50 mg L⁻¹ de glicerol em água. Na tabela 01 vê-se um comparativo com valores do efluente bruto e do efluente tratado. Percebeu-se uma redução de 68,46% de redução de DBO₅, 14,29% de fósforo e 59,37% de redução de NTK.

Parâmetro	Inicial	Final	Porcentagem
DBO ₅ (mg L ⁻¹ O ₂)	1319	416	68,46
DQO (mg L ⁻¹)	26019	147619	-467,35
Fósforo total (mg L ⁻¹)	13,8	11,8	14,49
NTK (mg L ⁻¹)	3,2	1,3	59,37
pH	9,0 – 10,0	7,0	-

Tabela 01: Resultados analíticos da carga aplicada de 50 mg/l de glicerol.

Dos resultados apresentados na tabela 01 chama a atenção da DQO. Esse parâmetro apresenta um aumento de 467% se comparado ao valor da alimentação. Essa situação encontrada não é possível, pois o propósito do projeto de um reator UASB é justamente para a diminuição da carga de DQO. O resultado encontrado estaria associado ao processo de formação de espuma dentro do reator, esta espuma era transportada pelos gases produzidos dentro do reator da parte superior, onde a mesma se acumulava.

Outro fator que pode ter influenciado para o acúmulo desta espuma na parte superior foi a velocidade ascensão resultante da alimentação do reator. O reator UASB foi dimensionado para que estivesse em fluxo contínuo, com velocidade ascensional de 0,68 m/h, tempo de detenção hidráulica igual há 12 horas e vazão de 3,2725 L/h. Porém não havia a disposição uma bomba que suprisse tal vazão e permitisse que o sistema funcionasse em fluxo contínuo, portanto o reator atuou em batelada com alimentação regular a cada 2 horas com duração de 17 minutos e vazão de 330 ml/min, e reforço de mais de 17 minutos a cada 12 horas, ou alimentação total de 78,54 L/min, resultado em um tempo de detenção hidráulica de 17,6 horas. Contudo não foi feito um novo cálculo com relação a velocidade ascensional, pois essa tinha dois valores, durante a alimentação era de 4,76 m/h e no período que não havia alimentação era 0.

A diferença de velocidade fez com que os flocos acomodados no fundo do reator e os sólidos presentes no efluente fossem arrastados para parte superior do sistema quando houvesse a entrada de efluente, e desta maneira se depositassem no defletor e nas paredes do UASB. Ou seja, houve formação de espuma em excesso e essa devido aos picos de velocidade foi arrastada para a saída de efluente. Durante a realização da amostragem do efluente tratado flocos ou espuma podem ter sido enviados na amostragem, o que poderia explicar o resultado encontrado na análise realizada.

Pode-se verificar que houve atividade microbiológica no reator através da geração de biogás evidenciada. A tabela 02 apresenta o deslocamento medido no gasômetro, o volume calculado de biogás gerado em função do deslocamento medido e a taxa de geração de biogás em relação a DBO_5 , de entrada no reator.

Concentração = 50 mg L ⁻¹			
Dia referente a medição	Altura medida (cm)	Volume (cm ³)	Taxa de geração (cm ³ gás/g DBO_5)
20 - 22/04	26,5	2081,305	0,255805
23/04	30	2356,194	0,289591
24/04	23	1806,416	0,222020
25/04	25	1963,495	0,241326
26/04	27,5	2159,845	0,265459
27/04 - 01/05	21,5	1688,606	0,207540
02 - 03/05	31	2434,734	0,299244
04 - 07/05	29	2277,655	0,279930
08/05	30,5	2395,464	0,294410
09/05	23,6	1853,540	0,227810
Valor médio	26,76	2101,725	0,235532
Geração Total	-	21017,25	-

Tabela 02: Valores obtidos através da medição da geração de biogás para a carga de 50 mg/l.

A tabela 02 demonstra que não há estabilidade da quantidade do biogás gerado, podendo ser em função do reator não estar bem adaptado às cargas aplicadas. Na figura 01 é possível observar o volume de biogás gerado no reator referente a cada medição realizada, nele verifica-se que o maior volume gerado foi de 2434,734 cm³ e a menor geração correspondente a 1688,606 cm³, sendo a diferença entre os picos de geração de 746,1283 cm³.

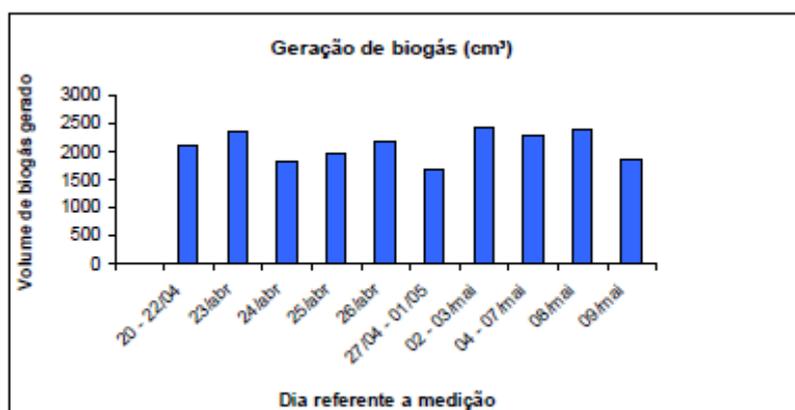


Figura 01: Geração de biogás por medição para a concentração de 50 mg L⁻¹ de glicerol.

RESULTADOS DA SEGUNDA CONCENTRAÇÃO DE 25 mg L⁻¹ DE GLICEROL

A segunda concentração avaliada foi de 25 mg L⁻¹. A tabela 03 mostra os resultados obtidos para cada um dos quatro parâmetros avaliados. Nela é possível verificar a diminuição em todos os parâmetros, sendo de 11,11% de remoção de DBO_5 , 30 % de DQO, 48,12% de redução de fósforo e 86,45% de NTK. Esses resultados mostram que a redução da concentração do efluente de alimentação melhora o desempenho do reator em relação ao consumo de nutrientes.

Parâmetro	Inicial	Final	Porcentagem
DBO ₅ (mg L ⁻¹ O ₂)	774	688	11,11
DQO (mg L ⁻¹)	44000	30800	30,00
Fósforo total (mg L ⁻¹)	13,3	6,9	48,12
NTK (mg L ⁻¹)	9,6	1,3	86,45
pH	9,0 – 10,0	7,0	-

Tabela 03: Resultados analíticos da carga aplicada de 25 mg L⁻¹ de glicerol.

Apesar da porcentagem da remoção de DBO₅ e DQO não ser compatível com os valores teóricos, há redução dos parâmetros em relação ao efluente bruto, e há uma significativa evolução com relação a remoção de nutrientes. Esse comportamento indica que o reator se adaptou melhor a essa concentração de glicerol no efluente.

Os resultados mostraram que a diminuição da concentração na solução de alimentação evitou a formação de espuma durante os testes. Embora não houvesse a formação de uma espuma no reator, o arraste do material gorduroso com o efluente do reator estaria modificando os resultados finais da DBO₅ e DQO.

Mesmo que o reator não tenha sido tão eficiente para a remoção de DBO₅ e DQO, a geração de biogás foi similar aos valores encontrados nos ensaios anteriores. A tabela 04 mostra os valores obtidos com relação a geração de biogás, nela pode-se observar uma taxa de geração de gás maior do que as apresentadas no experimento anterior. A quantidade de gás produzido neste experimento mostra que houve um consumo de 60,8 g de DBO₅/d para uma média de 1943,86 cm³ de gás.

Concentração = 25 mg L ⁻¹			
Dia referente a medição	Altura medida (cm)	Volume (cm ³)	Taxa de geração (cm ³ gás/g DBO ₅)
10/05	26,5	2081,305	0,435927
11 - 13/05	28,5	2238,384	0,468827
14/05	30,5	2395,464	0,501728
15/05	21,5	1688,606	0,353677
16/05	23	1806,416	0,378352
17/05	22	1727,876	0,361902
18 - 20/05	23	1806,415	0,378352
21/05	31	2434,734	0,509953
22/05	20,5	1610,066	0,337227
23/05	21	1649,336	0,345452
Valor Médio	24,75	1943,86	0,407139
Geração Total	-	19438,60	-

Tabela 04: Valores obtidos através de medição da geração de biogás para carga de 25 mg L⁻¹.

A figura 02 apresenta os valores das medições de biogás realizadas, nele verifica-se que a maior geração corresponde a 2434,668 cm³ de gás gerado e a menor de 1610,066 cm³, indicando uma variação de 824,668 cm³ entre essas medições.

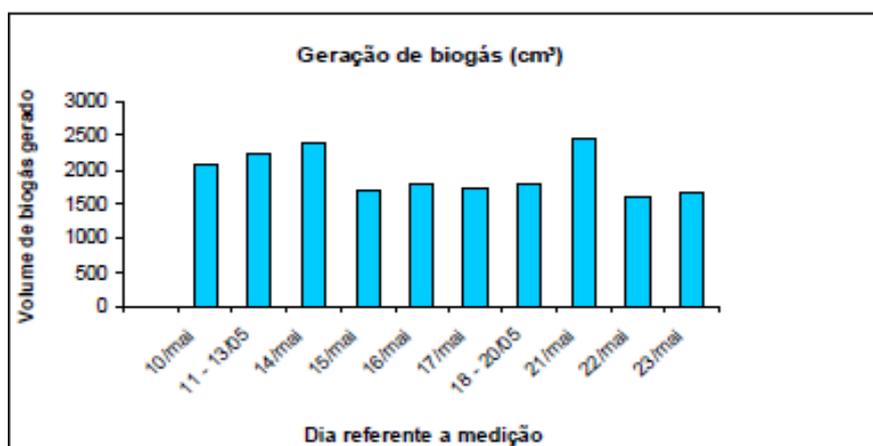


Figura 02: Geração de biogás por medição para a concentração de 25 mg L⁻¹ de glicerol.

Para um melhor entendimento da geração de biogás seria importante ter-se o registro dos dados da temperatura média registrada para cada dia durante o período de monitoramento tendo em vista que a época do ano em que os ensaios foram realizados teve variações bruscas de temperatura.

RESULTADOS DA TERCEIRA CONCENTRAÇÃO DE 5 mg L⁻¹ DE GLICEROL

Os resultados deste teste estão resumidos e apresentados na tabela 05. Esses resultados mostram que o tratamento do efluente sintético não apresentou nenhuma modificação na qualidade final do efluente. Isso poderia ser explicado pela interrupção do processo biológico dentro do reator. Isso poderia ter sido causado pelas baixas temperaturas registradas na época destes ensaios. Segundo Chemicharo (2007) a atividade biológica de um reator UASB para quando T<15°C.

Parâmetro	Inicial	Final	Porcentagem
DBO ₅ (mg L ⁻¹ O ₂)	1681	1670	0,65
DQO (mg L ⁻¹)	8200	8480	-3,41
Fósforo total (mg L ⁻¹)	13,3	16,3	-22,55
NTK (mg L ⁻¹)	12,8	8,0	37,50
pH	8,0 - 9,0	6,0 - 7,0	-

Tabela 05: Resultados analíticos da carga de 5 mg L⁻¹ de glicerol.

Podem ser apontadas como possíveis causas para os resultados encontrados o uso de glicerol diferente do primeiro, a temperatura ambiente ou simplesmente a não adaptação do reator para a concentração do efluente. A fotografia 04 mostra o aspecto do efluente de entrada do reator e após o tratamento.



Fotografia 04: Afluente do reator UASB da concentração de 5 mg L⁻¹.

Apesar de o sistema não ter funcionado para o tratamento do efluente com esta concentração, pode-se averiguar que houve geração de gás, a tabela 06 demonstra os valores de biogás gerado, bem como, as respectivas taxas de geração.

Concentração = 5 mg L ⁻¹			
Dia referente a medição	Altura medida (cm)	Volume (cm ³)	Taxa de geração (cm ³ gás/g DBO ₅)
24/05	21,5	1688,606	0,162847
25 – 27/05	21	1649,336	0,159059
28/05	21	1649,336	0,159060
29/05	22	1727,876	0,166634
30/05	21,5	1688,606	0,162847
31/05	22	1727,876	0,166634
01/06	22	1727,876	0,166634
02 – 04/06	22,5	1767,146	0,170421
05/06	22	1727,876	0,166634
06/06	21,5	1688,606	0,162847
Valor Médio	21,7	1704,314	0,164362
Geração Total	-	17043,14	-

Tabela 06: Valores obtidos através de medição da geração de biogás para carga de 5 mg L⁻¹.

Neste experimento, nota-se que as medições apresentaram valores mais equilibrados entre si, sendo o maior valor gerado de 1727,876 cm³, geração esta que se repetiu por mais de uma vez, e a menor de 1649,336 cm³. A diferença dos picos de geração foi de apenas 78,54 cm³, na figura 03 é possível a visualização destes dados.

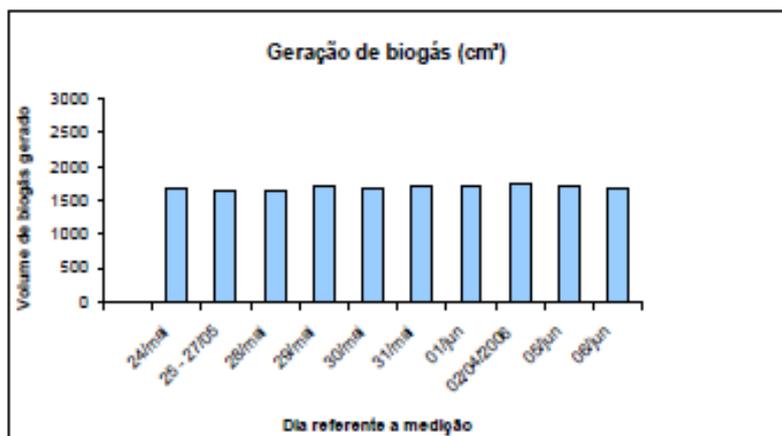


Figura 03: Geração de biogás por medição para a concentração de 5 mg L⁻¹ de glicerol.

RESULTADO DO COMPARATIVO ENTRE OS ENSAIOS

Em cada intervalo de concentrações que o efluente foi submetido foram realizadas análises em uma central analítica. Com estes parâmetros foi possível compará-los na figura 04. Nele estão cada uma das concentrações avaliadas do efluente bruto bem como o tratado.

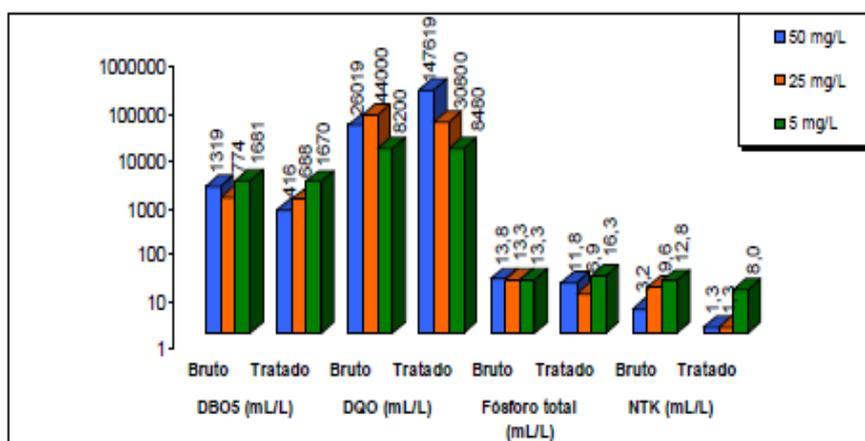


Figura 04: Comparativo dos valores do efluente bruto e tratado para cada concentração de efluente.

Visualmente foi possível determinar algumas características dos efluentes brutos e tratados. O efluente com a menor concentração inicial de glicerol apresentou as melhores características visuais, visto que não havia eliminação de gorduras do reator junto com o efluente e o líquido não mostrava a presença de óleos e graxas na sua superfície, ao contrário das outras concentrações aplicadas, nas quais podia ser observada a presença de uma camada de graxa suspensa no tratado e o efluente era gorduroso ao toque, o mesmo padrão se repetiu quanto à presença de odor.

Para análise comparativa da taxa de geração de gás em diferentes concentrações de glicerol adicionadas na alimentação do UASB foi efetuada a figura 05 em escala logarítmica sendo possível a análise comparativa entre o efluente bruto e tratado para cada parâmetro:

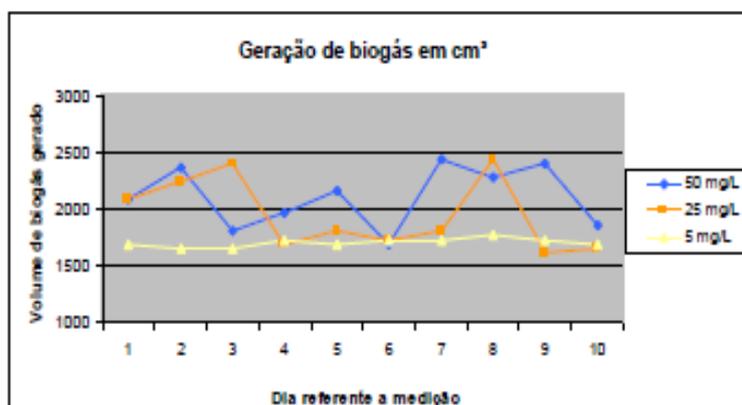


Figura 05: Comparativo da taxa de geração de gás das concentrações de 50 mg L⁻¹, 25 mg L⁻¹ e 5 mg L⁻¹ de glicerol.

Na figura 05 podemos analisar que ao utilizarmos a concentração de 50 mg L⁻¹ de glicerol não há estabilidade da quantidade de biogás gerado, podendo ser em função do reator não estar bem adaptado às cargas aplicadas. Também é possível observar que o volume de biogás gerado com esta concentração possui seu maior volume no pico de 2434,7343 cm³ e a sua menor geração corresponde a 1688,606 cm³, sendo a diferença entre os picos de geração de 746,1283 cm³.

Já ao utilizarmos 25 mg L⁻¹ de glicerol adquirimos uma taxa de geração de gás maior do que as apresentadas no experimento anterior. A quantidade de gás produzido neste experimento mostra que houve um consumo de 60,8 g DBO₅/d para uma média de geração de 1943,86 cm³ de gás.

Contudo ao utilizarmos 5 mg/l nota-se que as medições apresentaram valores mais equilibrados entre si, sendo o maior valor gerado de 1727,876 cm³, geração esta que se repetiu por mais de uma vez, e a menor de 1649,336 cm³. A diferença dos picos de geração foi de apenas 78,54 cm³.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A conversão da DBO₅ da glicerina em gás em um reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB) é possível. De acordo com estes resultados é possível produzir até 0,41 cm³ de gás/g de DBO₅.

A operação do reator, e em consequência, do processo biológico está afetada pela carga de DBO₅ alimentada dentro do reator. Em concentrações elevadas, devido a que os óleos e graxas são hidrofóbicos, parte dos mesmos são arrastados pelas bolhas de gás formado no interior do reator, levando à formação de espuma. Esta espuma, devido à disposição da alimentação e saída do efluente tratado, é carregada junto com o efluente final, modificando as características do mesmo.

Esta mesma conclusão pode ser estendida à remoção do fósforo. Embora o processo anaeróbio não possa ser utilizado para a remoção de nutrientes, o carregamento da espuma verificada neste trabalho pode ter influenciado nos resultados da remoção do fósforo dentro do reator.

Algumas recomendações são necessárias para a realização de trabalhos futuros como modificar a posição de entrada e saída do efluente no reator utilizado, de tal forma que possa se permitir a separação da espuma formada do efluente a descartar; utilizar glicerol recém-saído do processo de produção de biodiesel para a preparação de soluções a tratar; trabalhar com concentrações mais diluídas; realizar uma caracterização físico-química mais completa dos materiais utilizados, do afluente e efluente do reator e verificar a reprodutibilidade dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACKES, G. M. Avaliação do processo de digestão anaeróbia na geração de energia a partir de dejetos suínos e bovinos de leite com suplementação de glicerina residual bruta oriunda da produção de biodiesel. Lajeado. 2011. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento – Mestrado) Centro Universitário UNIVATES, 2011.
2. CARVALHO, P. L. O. Glicerina Bruta na alimentação de suínos. Maringá. 2011. Dissertação de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – Doutorado) Universidade Estadual de Maringá, 2011.
3. CHERNICHARO, C. A. L. Princípios do tratamento biológico de água residuárias: Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte, 2007.
4. KAERCHER, J. A. Produção de biodiesel em escala piloto e avaliação dos impactos ambientais. Santa Cruz do Sul. 2009. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado). Universidade de Santa Cruz do Sul, 2009.
5. LARSEN, A. C. Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia. Cascavel. 2009. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Mestrado). Universidade do Oeste do Paraná, 2009.